椪柑之藥劑疏果及合理產量評估

黃阿賢[1]　涂信次[2]

嘉義農業試驗分所園藝系副研究員[1]及副研究員兼系主任[2]

摘　要

為改善椪柑隔年結果現象，進行藥劑（NAA）疏果與隔年結果強度之研究，並評估其合理產量。疏果試驗分別以0、200、300、400及500 ppm NAA溶液於5月上旬，約盛花後50日之生理落果中期施用。噴施NAA者，有極顯著的疏果效果，產量則相對減少。落果率隨NAA濃度之增加而增加，二者呈極顯著之正相關。施用NAA以疏果，可增加果重與大果之比率，但樹冠外圍取樣分析結果，果實之糖、酸含量在處理間未達顯著差異。連續四年單株產量分析，顯示隔年結果強度與前一年之產量因子，包括果實數、產量及平均果重均有不同程度之相關。各年之產量因子間彼此亦具相關性。本研究結果顯示，由隔年結果強度與前一年結果數之迴歸分析，可用以推算一椪柑園單株之合理產量，做為疏果之依據，以減少隔年結果現象。

關鍵詞：椪柑、隔年結果、疏果、奈乙酸、合理產量。

前　言

寬皮柑容易發生隔年結果現象，其原因多是生理因素或環境影響，導致開花及結果量不穩定(12,21)，且未能注意調整結果量而形成大、小年循環。無論原因為何，大年時進行疏果為調整此一問題最直接的措施。人工疏果之最大缺點為費工甚多，以藥劑疏果，則甚省工。疏果後，對果形之增大及果重之增加有顯著的效果，但對糖、酸度之影響並不一致，可提高糖酸比或無影響(3,8,9,11,23)，此應與疏果之程度及植株之生長狀況有關。柑橘幼樹全株疏果，可減少以後之隔年結果現象(5)。數種化學藥劑曾利用於柑橘的疏果，考慮藥劑之穩定性及對植株可能產生之傷害，以NAA或其衍生物較為實用(7,24)。溫州蜜柑以200至30 0ppm NAA於生理落果期間施用，可達疏果目的(9,12,20)。NAA鈉鹽400至800ppm施用於椪柑具疏果的效果(11)。本省之初步結果，認為NAA溶液之濃度應大於350ppm，對椪柑與桶柑才具有疏果作用(4)。因此,NAA在本省之疏果效用仍待進一步探討。

前人之研究，疏果的標準或合理產量之界定，多以葉／果比(3,12,15,16,19,20,22)、疏果率、與對照組比較之產量減少率或大果率(12,20,23)評估之。亦有學者認為椪柑人工疏果，其葉／果比維持在80至100間較合理(3)。本研究探討椪柑隔年結果強度與產量組成因子間之相關性，並評估柑園單株之合理產量。

材料方法

疏果試驗

1991年5月6日下午5時至6時於嘉義竹崎以200、300、400及500ppm NAA（Naph－

thalene－acetic acid,Sigma）溶液在生理落果中期進行疏果試驗。1993年5月8日下午3時30分至5時於台中東勢之椪柑園（約為盛花後50日）進行第二次試驗，不含NAA者為對照。此時果實橫徑以游標尺測量均介於5至10mm間。嘉義園與東勢園分別於1979與1983年定植（即試驗時分別為12及10年生），且管理良好，樹形經例行之修剪均已定型。試驗為完全逢機之設計，每重覆1 株，5重覆，計25株。不同處理之相鄰植株噴施時均以塑膠布阻隔，且全株噴洒。噴施開始至結束，兩園之氣溫均介於26至28℃間，嘉園之日照強度介於40至80joules / sec / m^2，東勢園介於50至200joules / sec / m^2（施用NAA時以Minimum Data Set Recorder LI1200, Licor，連續觀測），兩園施藥後一週內均未下雨。

二、落果調查

嘉義園自4月18日起，每週一次，直到同年6月8日，每株調查樹冠四周2年生之枝條20枝，並予以標示，每次均計算所調查枝條之全部幼果數，每株所調查之幼果數，絕大部份介於300至400間。東勢園自4月20日起調查幼果數，每株調查2年生枝條15枝，再於施藥當日、5月18日及7月2日調查之。方法與嘉義園同，每株所調查之幼果數絕大大部份介於500至800 間。

三、產量調查

果實於11月下旬至12月初採收，逐株調查個數及重量。東勢園只調查疏果當年者；嘉義園調查1991至1993年之結果量，其中1993年有5株因生長較差未列入記錄。嘉義園果實採收後並以滾筒式選別機按周徑分級。

四、果實品質分析

每株採取樹冠四周高約1.5公尺處之果實20個，分析品質。果實榨汁後，糖度以手提式屈折計測定，酸度以NaOH滴定後以枸櫞酸含量表示之。果高、果徑及皮厚以游標尺測量。

結果討論

一、NAA的疏果效應

嘉義沙坑園之落果調查自1991年4月18日起，每週一次，直到同年6月8日，NAA於5月6 日傍晚施用。不論處理或對照植株，5月17日前為落果期（圖1），經統計分析（資料未列出），藥劑施用前處理間之落果率均無差異。施用後與對照組比較，各處理間均有顯著的疏果效果，NAA濃度越高者，疏果效果越大（表1）。調查結果顯示（圖1），處理與對照組間落果時期均相同，其差異為處理者施用NAA後落果率增加。

表1. 噴洒NAA溶液對椪柑疏果的影響(嘉義試驗園)[z]

Table 1. Influence of NAA spray on fruit thinning of 'Ponkan' in Chiayi orchard (1991)[z]

Yield components	Control	NAA (ppm)			
		200	300	400	500
No. fruit harvested	836.4[a]	467.4[b]	513.5[b]	466.8[b]	340.8[b]
Fruit drop (%)[y]	45.4[c]	74.6[b]	78.8[ab]	89.3[a]	89.8[a]
Yield (Kg / tree)	162.7[a]	110.5[ab]	121.5[ab]	105.1[b]	87.6[b]
Fruit Wt (gm)	191.6[c]	237.9[ab]	231.4[ab]	226.7[b]	257.4[a]
Larger fruit (%)[x]	48.5[b]	74.7[a]	80.1[a]	73.0[a]	89.5[a]

z Avreage from 5 tree / treatment. Means separation by yield components, using Duncan's multiple range test, 5 % level.

y Fraction of fruit drop was calculated between May 4 and Jun 1. NAA was applied on May 6.

x Larger fruit means a circumference more than 25 cm.

東勢試驗園於1993年5月10日施用NAA溶液。經二次幼果數調查，不論在5月18日或7月2日，施用NAA者與對照組比較均有疏果的作用(表2)。經迴歸分析，嘉義與東勢園之疏果率與藥劑濃度均呈二次正相關(圖2)。1991年嘉義園至5月17日，絕大部份之幼果均已脫落(圖1)，而東勢園不同處理間平均尚有23.5%至41.6%之幼果於5月18日至7月2日間脫落。此與嘉義園位於中南部淺山平地，而東勢園座落於中部山坡地，後者同時期氣溫稍低，因而落果較慢。雖然二園相同處理植株之落果率甚接近，但對照組之落果率，東勢園爲62.1%，嘉義園45.4%，就處理與對照者比較之疏果效果而言，嘉義園較東勢園高。東勢園之幼果數、開花數亦較嘉義園高出甚多，同樣的調查方法，雖然前者每株調查之枝條較少，但果實數卻高出甚多(見材料與方法)，顯示兩園間植株當時之生理狀況並不相同，此亦影響落果的程度。此外，此差異應與施用NAA時嘉義園之日照強度較低10至120joules / sec / m^2(見材料與方法)有關，因光線強度高者NAA的活性受到抑制[14]，且NAA之疏果作用均隨施藥後之氣溫、濕度之增加而顯著增加[9,14,18,25]。

疏果率在不同濃度處理之差異分析在兩園間呈相同之情況，即200與300ppm間無顯著差異；300、400及500ppm間無顯著差異，但均較前者及對照組爲高(表1及表2)。前人研究結果認爲NAA用於疏果有一所謂之安全濃度範圍，即在此範圍内，疏果率不致有明顯差異[7,23]。

表1與表2之產量因子中，落果率及大果率與處理(NAA溶液)有較直接的關係，產量、

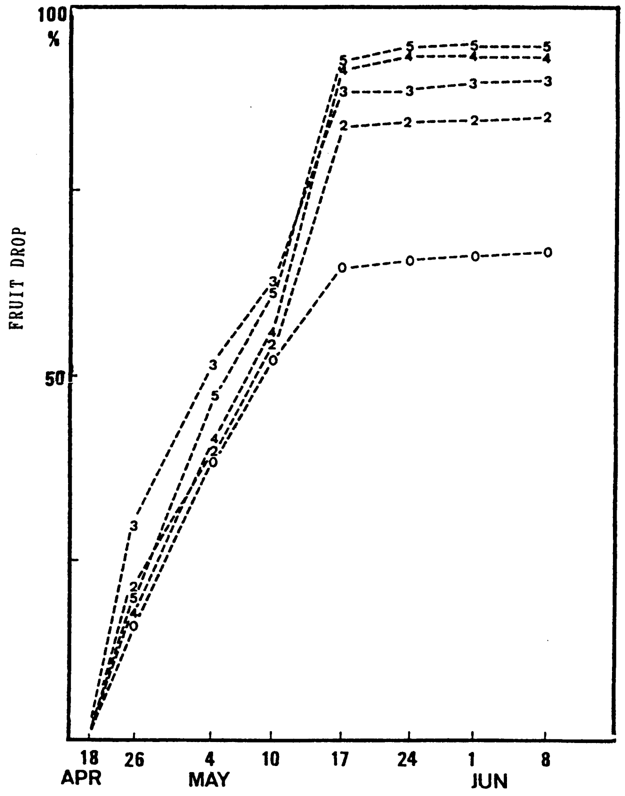

圖 *1.* 嘉義試驗園椪柑噴施NAA之累積落果率，虛線中之數字表示NAA之濃度（x 100ppm），處理日期5月6日。

Fig.1. Cumulative fraction of 'Ponkan' fruit dropped after NAA sprayed in Chiayi orchard. NAA was applied on May 6. Numbers between the dot line represent concentrations（x 100 ppm）.

平均果重及果實數，除受NAA施用濃度的影響外，還受樹冠大小及當年開花數量以及其他影響果實生長因素的影響。疏果率在不同處理間，由於濃度之不同可有較大之差距，但疏果前幼果多者，即使疏至相同的葉／果比，成熟時，其果重較幼果數少者爲小[16]。可見疏果率對果實大小之影響，有其限度。本研究結果，兩試驗園之對照與200、300ppm NAA處理者比較，疏果率均有顯著差異，但二園之產量及東勢園果實數、平均果重在這三處理間，均無顯著差異，應是受到上述因素的影響。故評估NAA濃度的效果，應以落果率及大果率爲主要的考慮因素。

本研究結果，在考慮落果率、大果率及果重等因素後，臺灣中南部地區，椪柑以NAA疏果之濃度，視當時之氣象及植株之生育狀況，以200至300ppm爲宜。此與日本溫州蜜柑之疏果濃度相當[12]，但比美國加州地區寬皮柑疏果之濃度略低[7]，而在氣候較濕熱之佛州，NAA 100至800ppm均有效果[23]。本研究結果顯示，NAA僅在生理落期間增加落果率，且NAA在盛花期或盛花期後短暫期間內施用並無顯著效果[6]，所以使用NAA疏果，應在生理落果期間施用。此外，並考慮NAA施於葉面後8至12小時，吸收率達最高量[18]及前述光線強度之影響[14]，一日中應以傍晚施用之效果較大。

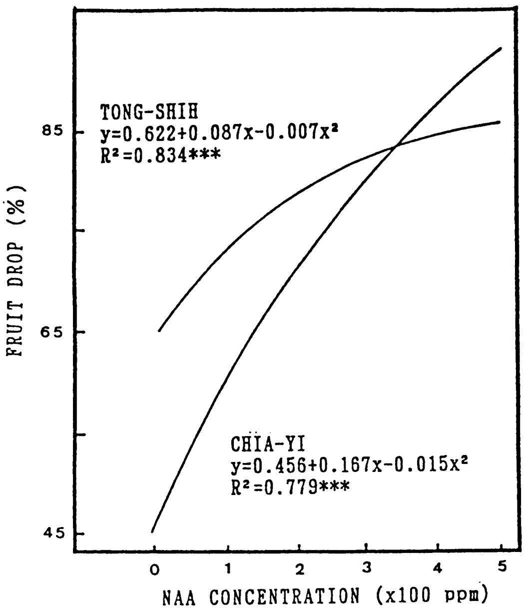

圖 2. NAA濃度與嘉義及東勢椪柑園疏果率之迴歸分析。

Fig.2. Regression analysis between concentrations of NAA and fraction of fruit drop in Chiayi and Tong - Shih 'Ponkan' orchard.

表 2. 噴洒NAA溶液對椪柑疏果的影響（東勢試驗園）[z]

Table 2. Influence of NAA spray on fruit thinning of 'Ponkan' in Tong - Shih orchard (1993)[y]

Yield components	Control	NAA (ppm) 200	300	400	500
Fruit drop (%) A[y]	32.8[c]	53.5[a]	51.2[ab]	46.9[b]	45.7[b]
B	62.1[c]	77.0[b]	81.3[ab]	85.2[a]	87.3[a]
Yield (Kg / tree)	88.2[a]	69.2[abc]	79.4[ab]	67.0[bc]	54.6[c]
No. fruit harvested	405.0[a]	316.4[abc]	348.2[ab]	279.4[bc]	236.3[c]
Fruit wt (gm)	219.9	219.1	227.9	241.3	230.9

z Avreage from 5 tree / treatment. Means separation by yield components, using Duncan's multiple range test, 5 % level.

y A, calculated between May 10 (NAA spray) and May 18;
B, calculated between May 10 and July 2.

二、NAA疏果對椪柑果實品質的影響

由取樣分析，果實主要性狀，包括糖度、酸度、皮厚、果重、果高等在各處理間並無顯著差異，但果重、果高、果徑等項目，處理者均較對照植株為大（表3）。其中全株採收之分析，果重在處理間達顯著之差異（表2）。柑橘類果實之重量與其它特性具相關性，果實大者果皮較厚，糖度、酸度較低，風味較淡[1,2]。本試驗結果，以NAA處理之植株其果實較大，然糖、酸含量與果實較小之對照組比較並無差異，實際上而言，品質已獲得改善。由於果實品質調查係採自樹冠外圍每株20個，此等果實其發育較一致，故除果重外，（表2）所列之果實特性，其差異之顯著程度亦應不如全株調查者。本研究嘉義園之疏果效果（對照與處理之比較）較東勢園大，其果重之差異在不同處理間達顯著（表1），東勢園處理間之果重雖隨落果率之增加，而有增加的趨勢，但未達顯著程度（表2），顯示疏果程度對果重乃至果實其他特性之影響有其限度。柑橘適當疏果後，可增加果實體積及果重[3,8,20]，但對糖酸度，則無影響[3,11]或糖酸比略為提高[19]，此應與植株之生育狀況及疏果之程度有關。

表3.施用NAA溶液對椪柑果實特性的影響（嘉義試驗園）[z]

Table 3. Influence of NAA spray on fruit characters of 'Ponkan' in Chiayi orchard (1991)[z]

Fruit character	Control	NAA (ppm)			
		200	300	400	500
Fruit wt (g) (gm)	232.2	262.0	241.3	248.5	241.3
Length (mm)	75.8	80.6	77.8	77.8	79.4
Diameter (mm)	81.3	85.2	82.9	83.8	83.3
Rind thickness (mm)	3.66	3.85	3.85	3.66	3.59
Sugar content (°Brix)	9.7	8.8	8.8	9.4	8.9
Acidity (%)	0.58	0.51	0.54	0.56	0.49

z Fruit characters among treatments was not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test. Twenty fruits of each tree were sampled from the outer skirt of the canopy in early Decem-ber, 1991.

三、合理產量之推算

柑橘疏果可提高品質而得到較高收益[8]，並且避免隔年結果及因而導致之樹勢衰弱。因此，應先估算一合理的產量，做爲疏果的標準。Hoblyn etal (1936) 首先提出隔年結果強度 (Intensity of alternate bearing, ABI) 來說明隔年結果程度上的差異，隔年結果強度爲二年之產量差除以該二年之產量和。但前人研究，主要以疏果率、產量減少率、大果率或葉／果比[12,20,23]做爲疏果成效與產量評估的指標。

嘉義園 1991 年單株結果數最多者 1110 個，重 224.9 公斤，其次 988 個，均爲對照植株，其餘多在 300 個至 800 個間，最少者 106 個，重 24.3 公斤；單株結果數平均及標準偏差爲 509.1 ± 237.5 個，產量爲 113.5 ± 46.0 公斤，單株間之差異除不同程度之 (NAA) 疏果外，亦應與前一年之產量多寡有關。1992 年單株結果數最多者 1140 個，重 192.6 公斤，最少者 298 個，重 69.6 公斤，單株結果數平均爲 712.0 ± 191.8 個產量爲 139.1 ± 32.0 公斤。1993 年單株結果數平均 464.3 ± 231.6 個，產量爲 102.8 ± 43.7 公斤。1994 年單株結果數平均 802.8 ± 224.4 個，產量爲 169.3 ± 40.3 公斤。大多數試驗株在 1991 與 1993 爲小年，而 1992 與 1994 爲大年。

表 4. 椪柑單株隔年結果強度與結果數之相關性

Table 4. Correlation coefficients between intensity of alternate bearing (ABI) and No. of fruit of 'Ponkan' mandarin in successive years.

ABI[z]	No. fruit in successive years			
	1991	1992	1993	1994
91 / 92	-0.942***[y]	0.589**	0.747***	ns
92 / 93	0.892***	-0.701***	0.934***	ns
93 / 94	-0.638**	0.472*	-0.885***	0.523*

z ABI91 / 92 = (N92 - N91) / (N92 + N91). N91, N92 were No. of fruit harvested in 1991 and 1992, respectively. The others were similiar.

y *,** and *** Significant at 5%, 1% and 0.1% level respectirely.

表 5. 椪柑單株隔年結果強度與果重之相關性

Table 5. Correlation coefficients between intensity of alternate bearing (ABI) and fruit weight of 'Ponkan' mandarin in successive years.

ABI[z]	Fruit wt. in successive years			
	1991	1992	1993	1994
91 / 92	0.602***[y]	-0.672***	0.546*	-0.636**
92 / 93	-0.536*	0.543*	0.691***	0.543*
93 / 94	-0.445*	ns	0.556*	-0.530*

z,y Same as table 4.

表 6. 椪柑單株隔年結果強度與產量之相關性

Table 6. Correlation coefficients between intensity of alternate bearing （ABI） and yield of 'Ponkan' mandarin in successive years.

ABI[z]	Yield in successive years			
	1991	1992	1993	1994
91 / 92	－0.884***[y]	0.482*	0.772***	ns
92 / 93	0.845***	－0.668***	0.917***	ns
93 / 94	－0.594**	0.476*	－0.906***	0.463*

z,y Same as table 4.

經統計分析，1991至1994，四年間之隔年結果強度與各產量組成因子，包括果重、果實數、及單株產量間絕大部份具顯著之相關（表4至表6，其中以果實數與隔年結果強度之相關性最高，這因隔年結果強度係以果實數計算，且產量因子中果實數最不易受植株營養狀況、病虫害、土壤含水量等管理因素及氣候變化的影響，故以果實數來評估年間產量之變異應較可靠。嘉義園四年間之三次隔年結果強度與前一年之果實數，經由迴歸分析推算單株結果數1991年爲648個，1992年爲531個時，1993年爲735個時（表7），次年無隔年結果現象，此計算值之差異，主要與大多數試驗株在1991與1993爲小年，而1992與1994爲大年有關。而以四年間連續三年之單株隔年結果強度與前一年之果實數，同時迴歸分析，隔年結果強度爲0時之結果數，1991至1993爲609個（N＝45，R^2＝0.758，P＝0.01％），1992至1994爲602個（N＝40，R^2＝0.750，P＝0.01％），則甚接近（表7）。顯示該園單株之「合理產量」數約爲600個。故合理產量之推算，應注意果園隔年結果同步化所導致之差異。當大與小年之株數相近時，兩年之結果分析，應有相當之準確性，否則應以連續三年之資料分析較可靠。

表 7. 由單株隔年結果強度與前一年結果數之迴歸分析推算椪柑之合理產量

Table 7. Estimation of optimum yield of 'Ponkan' tree from regression analysis of intensity of alternate bearing （ABI） and number of fruit of the previous year.

ABI[z]	No. fruit （ABI＝0）	N	R2	P－value
91 / 92	648	25	0.887	＜0.1％
92 / 93	531	20	0.491	＜0.1％
93 / 94	735	20	0.781	＜0.1％
91 / 92, 92 / 93	609	45	0.758	＜0.1％
92 / 93, 93 / 94	602	40	0.750	＜0.1％

z Same as table 4.

按該園之「合理產量」(600個果實)計算，1991年有5株該年結果數大於「合理產量」，次年結果數仍略增加，其該兩年結果數分別爲696，797；728，832；707，829；637，731；650，907。其中最後1株增產39.5％外，其餘增產率均低於20％。當年與次年結果數高於600 個者，1992年有三株，1993年有四株。其中兩株該四年結果數均高於600個，由現場觀察，該兩株樹勢甚佳，應屬該園較豐產之植株。1992年25株中，20株結果數高於600，5株結果數未達「合理產量」者，其中3株即爲1991年產量高於「合理產量」者。

當年與次年結果數均低於600個者，1991年有三株，1993年有二株。而1991 年之該三株至1993年已生長不良，未列入計錄，可能當時植株之生育狀況已受到影響。

異常落果，尤其是成熟前落果，可直接影響本推算方法之準確性。這亦是以葉／果比等爲標準所無法避免之誤差。此外，嘉義園植株樹冠雖已定型，但植株間之樹冠體積仍有若干差異，此爲這兩年「合理產量」計算值20％差距的直接因素。雖然以樹冠體積爲計算基準，應較以單株爲單位更合理，但本省椪柑普遍採用開心式整枝，在樹冠體積未能有準確的計算方法前，同一果園中選取具代表性之植株，即樹冠體積、植株發育較一致者，以植株爲單位，調查果實數，依本研究之方法，推算其合理結果量，應較容易而具實用性。人工疏果試驗結果，椪柑以80至100葉／果較合理[3]，這亦有20％的差距。果樹栽培上，因植株間之營養狀況，採收期早晚[13]，栽培密度、枝葉茂密程度[22]及修剪量之不同，均可影響單株產量。由於上述之植株本身、果園管理以及環境等因素，產量即易發生變動，而影響合理產量之界定。

本研究所建立之推算方法，是以個別果園爲單位，因此在同一果園中或管理一致的區域，上述影響單株產量之因素，應不需另行考慮。但在推算時，須待植株樹形穩定後，且植株生長正常之年份，但只須計算單株之果實數與連續年間之隔年結果強度進行迴歸分析，甚爲簡易。葉／果比之標準，若僅在少數園中建立，其他果園引用時，可受上述影響植株產量之因素而變動，且疏果操作上，因估算葉片費工而不易準確。本研究之計算方法較葉／果比之標準，就一果園內而論，應較準確，若能配合這二種方法同時應用，應更能有效的估算產量，以減少隔年結果的現象。

誌　　謝

本研究承行政院農委會補助經費(計畫編號，80農建－7.1－糧－109、81農建－12.2－糧－70 、82科技－2.21－糧－44、83科技－2.29－糧－50及84科技－2.28－糧－52)，謹此誌謝。

引用文獻

1. 方祖達。范念慈。張國良。1976。台灣椪柑品質之調查(一)中部產區椪柑品質之分析。中國園藝22(1):1－12。

2. 李學勇。林瓊玖。呂明雄。徐信次。1977。台灣柑橘之遺傳研究(一)麻豆文旦果實特性之遺傳性變異。中國園藝23(1):1－14。

3. 林瓊玖。1972。 椪柑疏果試驗。 台灣省農試所六十年年報。144－145頁。

4. 劉邦基。1987。 柑橘藥劑疏果試驗。農林廳所屬試驗研究機關75年度試驗研究報告摘要。57頁。台灣省政府農林廳編印。

5. EL－Zoftawi, B. M. and D. R. Thornton. 1975. Effect of rootstocks and fruit stripping on alternate bearing of Valencia orange trees. J. Hort. Sci. 50:219－226.

6. Hield, H. Z., C. W. Coggins, C. F. Knapp and R. M. Burns. 1966. Chemical fruit thin－ning on mandarin and Valencia orange. Calif. Citrograph 51:337－343.

7. Hield, H. Z. and R. H. Hilgeman. 1969. Alternate bearing and chemical fruit thinning of certain citrus varieties. Proc. 1st Int. Citrus Symp. Vol. 3:1145－1153.

8. Hilgeman, R. H., L. True and J. A. Dunlap. 1964. Effect of NAA spray and hand thin－ning on size of 'Kinnow' mandarin fruit in Arizona. Fla. State Hort. Soc. 77:84－87.

9. Hirose K., M. Yamamoto and T. Ohata. 1972. Studies on thinning of citrus fruit by application of chemical. Bull. Hort. Res. Sta. B (2):63－75.

10. Hoblyn, T. N., N. H. Grubb, A. C. Painter and B. L. Wates. 1936. Studies in biennial bearing. Jour. Pomol. and Hort. Sci.14:39－76. (cited from ref. 6)

11. Iwahori, S., J. Oohata, T. Sakoda and Y. Tatsuda. 1973. Thinning 'Ponkan' fruit (*Citrus reticulata*) with alpha－naphthaleneacetic acid. Bull. Faculty of Agri. Kagoshima Univ.23:133－140. (English summary)

12. Iwasaki, K., H. Hagimoto, Y. Noma and K. Nagasawa. 1970. The Effect of TH－656 on fruit thinning in Satsuma orange I. Mode of action of TH－656. J. Japan Soc. Hort. Sci.39 (1):32－36.

13. Jones,W. W., T. W. Embleton, M. L. Steinacker, and C. B. Cree. 1970. Carbohydrates and fruiting of 'Valencia' orange trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci .95 (3):380－381.

14. Luckwill, L. C. and C. P. Lloyd－Jones.1962. The absorption, translocation and metabolism of 1－NAA applied to apple leaves. J. Hort. Sci.37:190－206.

15. Morioka, S. 1987. Influences of fruit load and fruit thinning treatment on the fruit char－acter, the shoot growth and flower bud formation in the following season in young satsuma mandarin trees. J. Japan soc. Hort. Sci.56 (1):1－8.

16. Morioka, S. and S. Yahata. 1989. Influence of fruit load just before fruit thinning on fruit size, yield and flower bud formation in satsuma mandarin. J. Japan Soc. Hort. Sci.58 (1): 97－103.

17. Moss, G. I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange. J. Hort. Sci. 46:177－184.

18. Noma, Y. 1971. Mechanism of fruit abscission in satsuma orange as affected by NAA applications. I. Absorption and translocation of C carboxyl－labelled 1－naphthy－lacetic acid in leaves, shoots and fruits of Satsuma orange. J.Japan Soc. Hort. Sci.40 (4): 1－6.

19. Noma, Y. 1976. Studies on the fruit thinning by NAA application in eary Satsuma mandarin. Hort. Rep. Chiba Univ.24:1－72.

20. Noma, Y. 1980. The mechanism of chemical in Satsuma V. Effect of 5－chloro－1H －3－

Indazolacetic acid on fruit thinning of Satsuma mandarin. Tech. Bull. Fac. Hort. Chiba Univ.27:56 – 66.

21. Ogaki, C., K. Fujita and H. Ito. 1963. Investigation on the cause and control of alter – nate bearing of Unshiu orange trees. Effect of fruiting in the previous season on the flower formation. J. Japan Soc. Hort. Sci.32 (1) :13 – 19.

22. Tachibana, S. and S. Nakai. 1989. Relationship between crown density, yield and leaf area index in different planting densities in Wase satsuma mandarins. J. Japan Soc. Hort. Sci.58 (1) :91 – 96.

23. Wheaton, T. A. and I. Stewart. 1973. Fruit thinning of tangerines with naphthaleneacte – ic acid. Florida State Hort. Soc.86:48 – 52.

24. Wilson, W. C. 1983. The use of exogenous plant growth regulators on citrus. P.208 – 232. In: Plant growth regulating chemicals. Vol. I, CRC Press, Inc. Florida.

25. Yamamoto, M., K. Hirose, and H. Daito. 1972. Studies on thinning of citrus fruits by application of chemicals. IV. Effect of NAA on thinning of satsuma mandarin fruits in relation to temperature and groves locality. Bull. Hort. Res. Sta,B (2) :63 – 75.

Chemical Thinning and Estimation of Optimum Yield in 'Ponkan' Mandarin

A-Shiang Hwang[1] *and Hsin-Tszu Hsu*[2]
Horticulturist[1] and Horticulturist and Head[2], Department of Horticulture, Chia-Yi Agricultural Experment Station, TARI

Summary

To adjust the alternate bearing of 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), experiments were conducted in two commercial orchards located in Chia-yi and Tong-shih. Five single-tree replicates were sprayed with NAA at rate 0, 200, 300, 400 and 500 ppm in early May, and fruit drop, yield and fruit quality were investigated. The fraction of fruit thinned was significantly correlated with the concentration of NAA. Fruit weight and the percentage of larger fruit increased in treated trees, but sugar and acid content of the fruit sampled from the outer skirt of canopy varied insignificantly for various treatments. The alternate bearing intensity (ABI) of succesive years was correlated with the yield, fruit weight and number of fruit of the previous year. The yield to diminish alternate bearing(ABI=0) was calculated by regression analysis of ABI and the number of fruit of the previous year. The result showed that optimum yield to alleviate alternate bearing may be estimated by this model.

Key words: Ponkan, Alternate bearing, Fruit thinning, Optimum yield